

Determinantes de la tasa de interés interbancaria y la importancia de la variabilidad para su estimación

Por: Paul Bringas y Vicente Tuesta ^{1/}

La tasa de interés interbancaria es una variable importante para la política monetaria en varios países. En algunos países es considerada una meta intermedia mientras que en otros es un indicador de la situación de liquidez del sistema.

En el Perú la tasa de interés interbancaria es un indicador de la situación de liquidez del mercado y el objetivo intermedio de la política monetaria es la oferta monetaria en soles, sin embargo, el Banco Central mantiene un seguimiento permanente de la evolución de la tasa de interés interbancaria. Actualmente existe un mercado interbancario que se forma principalmente a través de las cuentas corrientes que los bancos comerciales mantienen en el Banco Central de Reserva. El superávit o déficit de reservas en las cuentas de los bancos indicaría el exceso o falta de liquidez en el sistema.

Asimismo, el marcado patrón estacional de la liquidez durante el mes hace que la tasa de interés interbancaria tenga también un comportamiento estacional. En este sentido, es importante incluir en la estimación la volatilidad de la tasa como un determinante adicional que explica el comportamiento de la misma. Con una menor volatilidad,

la tasa de interés interbancaria podría convertirse en un mejor indicador de la política monetaria ^{2/}.

La presente investigación intenta encontrar una relación entre la volatilidad y la media de la tasa. Asimismo, se describe el comportamiento del mercado interbancario, su importancia para las instituciones del sistema financiero como una opción para obtener e invertir fondos alternativos a los depósitos bancarios y la relevancia de este mercado para el manejo diario de la política monetaria. La metodología que se empleará será la de series de tiempo utilizando modelos ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Ello en razón de que el objetivo del trabajo es encontrar los determinantes de la tasa de interés interbancaria considerando a su variabilidad en la estimación. Asimismo, se analizará la persistencia de la varianza ante un shock y se determinará la existencia de asimetría en la variabilidad de la serie.

A manera de conclusión se comprueba estadísticamente la necesidad de incluir la varianza de la tasa de interés interbancaria para explicar el comportamiento de la misma.

1/ Departamento de Intermediación Financiera Bancaria y Departamento de Análisis y Programación Financiera, respectivamente. Los comentarios vertidos en este trabajo no necesariamente representan la opinión del BCRP.

2/ En un trabajo previo encontramos como el mejor indicador de la política monetaria para el caso peruano al superávit de encaje, el cual presenta una clara relación inversa con la tasa de interés interbancaria.

En el trabajo se describe primero el funcionamiento del mercado interbancario junto con el rol del banco central en dicho mercado, explicándose la determinación de la tasa de interés interbancaria mediante un modelo simple de oferta y demanda. En la segunda parte se detalla la metodología usada en el análisis empírico; en la tercera sección los resultados econométricos y el análisis de los mismos. Finalmente, se exponen las conclusiones a la luz de los resultados obtenidos.

I. El Mercado Interbancario Peruano

Funcionamiento del mercado interbancario

Cuando un cliente abre una cuenta corriente en un banco comercial, el banco está tomando el compromiso de entregar fondos ante la demanda de los mismos. El cliente puede pedir fondos en la forma de retiro de efectivo o por la firma de un cheque que será transferido a otro banco. La última transferencia disminuye la cuenta corriente en el BCRP del banco que emitió el cheque y aumenta los depósitos del banco que recibe el cheque.

El mantenimiento de fondos por parte de los bancos (la suma del efectivo en la bóveda —caja— y la cuenta corriente en el Banco Central) son conocidos como reservas bancarias. El nivel de reservas que un banco mantiene está fluctuando constantemente, aumentando con los depósitos de efectivo de los agentes o por lo recibido de otros bancos, y disminuyendo con los retiros a favor de otros bancos o a favor del Tesoro Público.

Si la salida neta de fondos disminuye las reservas de un banco hasta dejarlo con un saldo deudor, éste puede obtener reservas pidiendo prestado en el mercado interbancario o recurriendo a la ventanilla de redescuento^{3/}. En el primer caso el banco prestamista entrega depósitos mantenidos en el BCRP y recibe al día siguiente el mismo depósito con un adicional correspondiente al interés ganado. El interés se paga conjuntamente con el monto del crédito, es decir, se abona en la cuenta corriente del prestamista tanto el principal cuanto los intereses^{4/}.

El mercado interbancario peruano se encuentra centralizado en Lima y en él intervienen sólo las entidades financieras que poseen una cuenta corriente en el Banco Central. Al cierre del día, luego de abonadas y cargadas todas las operaciones interbancarias ningún banco puede terminar con una cuenta corriente negativa en el Banco Central, para evitar esta posibilidad se recurre al mercado interbancario. En el caso que el mercado interbancario no logre satisfacer las necesidades de liquidez del sistema, el Banco Central interviene como prestamista de última instancia otorgando redescuentos.

Dada las regulaciones de encaje, los bancos deben mantener de manera obligatoria un porcentaje de sus depósitos como reservas. Sin embargo, dado que los bancos están en el negocio de entregar fondos, ellos mantienen reservas inclusive en la ausencia de alguna regulación o supervisión del Banco Central para atender posibles retiros significativos e inesperados de depósitos. Dado que el encaje no recibe remuneración^{5/}, los bancos mantendrán depósitos en el Banco Central sólo para cumplir con los requerimientos y si les queda un exce-

3/ La antigua ley de bancos permitía pedir redescuentos hasta por 180 días, durante un plazo de 360 días. La nueva ley que entró en vigencia en diciembre de 1996 recorta esta facultad a 90 días para el mismo plazo (Título V, artículo 95).

4/ En los Estados Unidos de América los bancos pueden obtener reservas alternativamente a estos mecanismos, vendiendo papeles (*Treasury bill*) con lo cual fondos provenientes de otros bancos sirven para cubrir la escasez de liquidez. En el Perú los bancos también podrían obtener reservas vendiendo CDBCRP en el mercado secundario, pero dado que, a la fecha, este mercado no está desarrollado, esta opción no es relevante como fuente de reservas para los bancos. Con la aparición de los repos en setiembre de 1997 se pretende darle una mayor estabilidad al mercado interbancario para solucionar las necesidades puntuales de liquidez del sistema.

5/ Es importante señalar que en el trabajo se hace referencia operaciones en moneda nacional. El mercado interbancario en moneda extranjera tiene otra dinámica, resaltando el arbitraje con respecto a las tasas de interés internacionales y la poca influencia del BCRP que centra sus operaciones en moneda nacional.

dente lo utilizarán como reservas ante contingencias o para obtener beneficios prestando estos fondos a otros bancos. En este sentido, el mercado interbancario es importante porque permite asignar recursos ociosos de algunos bancos hacia otros con escasez de liquidez permitiéndoles a estos últimos mantener un saldo positivo en su cuenta corriente al cierre del día y cumplir con sus requerimientos de encaje.

Por otro lado, el mercado interbancario permite que los bancos prestamistas obtengan rendimiento por recursos que de otra forma no serían remunerados, aunque este rendimiento implica asumir un riesgo. El prestamista se enfrenta al riesgo generado por la alta volatilidad de la tasa de interés interbancaria que no está presente en la rentabilidad de otras alternativas de inversión, volatilidad que no es explicada totalmente por los excesos o los déficit de liquidez que se presentan en el comportamiento habitual del sistema. Es entonces la parte de la volatilidad que no es conocida ex-ante la que implica riesgo para el inversionista. Un funcionamiento eficiente del mercado interbancario implica que ante las necesidades de liquidez es el mismo sistema, en la medida de lo posible ^{6/}, el que satisface la demanda por reservas.

Un banco participa el mercado interbancario por dos razones: a) adquirir reservas necesarias para cubrir sus requerimientos (demandar fondos) b) ganar intereses por las reservas que se mantienen en exceso (ofertar fondos). En el mercado peruano existen bancos grandes que son prestamistas netos porque dada su extensa red de agencias, cubren sus requerimientos de encaje con su caja sin necesidad de recurrir a sus cuentas en el Banco Central. Ocurre lo contrario con los bancos pequeños.

En algunos casos los bancos arbitran en el mercado, es decir, en el mismo día que otorgan créditos interbancarios reciben interbancarios a una tasa menor a la que colocan. De esta manera el banco generaría en neto mayores ingresos por intereses el día en que se cancelen las operaciones. Asimismo, si un banco tiene la expectativa de que la tasa de interés interbancaria va a bajar, entonces preferirá colocar hoy o pedir prestado al día siguiente a una tasa menor, generando de esta manera mayores ingresos financieros.

Operativamente, el préstamo interbancario no es totalmente seguro dado que no exige garantía. Los bancos tienen entre ellos determinadas líneas de crédito y dentro de estas líneas es que se otorgan los créditos. El mercado funciona telefónicamente (no existen *brokers*) y posteriormente, al cierre del día, se formaliza mediante una carta ^{7/}. Algunos bancos no acceden a interbancarios por su mala reputación ante los bancos que ofertan los fondos, teniendo la opción de solicitar redescuentos o servirse de un banco intermediario para conseguir los fondos a un mayor precio ^{8/}. Otra característica del mercado es que los créditos interbancarios están exentos de requerimientos de reservas facilitando de esta manera la realización de estas operaciones al reducir los costos.

Es importante señalar, que también se realizan operaciones interbancarias a plazos llamadas *operaciones punta*. Por lo general las otorgan los bancos que reciben depósitos a plazos (por ejemplo depósitos de IPSS, FONAVI, entre otros) y los colocan para asegurar rentabilidad. El plazo varía y depende del acuerdo de ambas partes. Los bancos que los piden por lo general tienen colocaciones “atadas”, es decir, están destinadas a inversiones con mayor rendimiento.

6/ Si el sistema no es capaz de “limpiarse” aparece una demanda por redescuentos al Banco Central.

7/ Es importante señalar que el mercado interbancario no funciona en tiempo real, es decir, todas las operaciones del día se hacen efectivas al término de la tarde. Es decir, los préstamos interbancarios se realizan una vez firmada la carta que no es cien por ciento segura.

8/ Las tesorerías de los bancos poseen un departamento de riesgos, en el cual se evalúa en qué activos pueden invertir y además el riesgo que representa trabajar con determinado banco (se consideran diferentes medidas de solvencia y liquidez, p. ej.: ratios de cartera pesada).

Por otro lado, la participación del Banco de la Nación influye de manera significativa en la determinación de la tasa de interés interbancaria, ya que es el medio a través del cual el sector público canaliza tanto sus gastos (remuneraciones, bienes y servicios entre otros) como sus ingresos (recaudación tributaria e ingresos no tributarios) inyectando o retirando liquidez al sistema. Es importante señalar que anteriormente el Banco de la Nación participaba en el mercado como otro Banco Central aumentando la liquidez al otorgar préstamos interbancarios, generando así distorsiones en el mercado.

Política monetaria y el mercado interbancario

El mercado interbancario es un buen lugar para entender tanto las finanzas como la política monetaria. Desde el punto de vista de las finanzas, los fondos interbancarios representan activos de corto plazo que son negociados entre los bancos a una tasa determinada. El banco que tiene fondos en exceso colocará estos activos a la tasa de mercado, el prestatario devolverá el principal más un interés en una fecha pactada.

Desde el punto de vista de la política monetaria, la operatividad diaria del banco central influye en el mercado interbancario en moneda nacional mediante sus instrumentos de política (operaciones de mercado abierto, repos y redescuentos). Es por ello que este mercado, representado en la tasa de interés interbancaria puede jugar un rol determinante en la implementación de la política monetaria, principalmente, en la búsqueda de la estabilidad de precios ^{9/}.

Con la finalidad de lograr el objetivo de la política monetaria el Banco Central regula la liquidez del sistema controlando la emisión primaria, variable que cons-

tituye la meta intermedia de política monetaria. De esta manera la autoridad monetaria no ejerce control alguno sobre las tasas de interés, las cuales fluctúan por interacciones de oferta y demanda.

En la medida en que el Banco Central pueda aumentar su influencia indirecta sobre la tasa de interés interbancaria, mediante un manejo más fino del stock de fondos interbancarios, se lograría disminuir el impacto de *shocks* de liquidez en el sistema. Asimismo, se extraerían señales más claras sobre la posición de la política monetaria que adopte el Banco Central, es decir, la tasa de interés interbancaria podría ser un indicador de política que guíe las expectativas de los agentes económicos ^{10/}.

El mercado interbancario peruano presenta un marcado patrón estacional de comportamiento en cada período mensual, básicamente por dos razones: el pago de impuestos y cumplimiento de las exigencias de encaje. En este sentido, durante la primera quincena los bancos cuentan con liquidez luego de los pagos de remuneraciones del mes anterior, mientras que en la segunda se presenta un faltante de la misma. La tasa interbancaria refleja este patrón estacional con tasas decrecientes durante la primera quincena y crecientes durante la segunda, describiendo así una trayectoria en forma de “U”. Es importante señalar, que la disminución de la tasa durante la primera quincena se registra a lo largo de la misma, en tanto que el aumento en la segunda quincena se produce en los primeros días de ésta (semana de pago de impuestos), manteniéndose pegada a la cota superior, que estaría dada por la tasa de redescuentos.

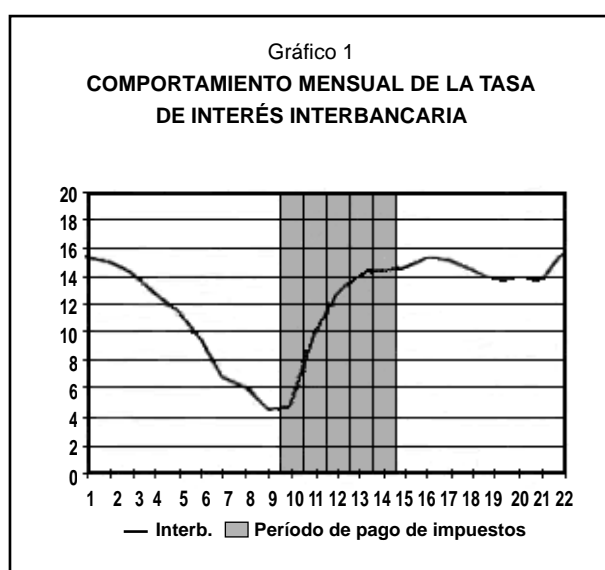
El exceso de fondos en la primera quincena permite que los bancos intervengan en el mercado para tratar de rentabilizar estos fondos ociosos. En este lapso, la volatilidad de la tasa es mayor y el nivel registra una

9/ En economías desarrolladas, el gran volumen del sistema de pagos (en promedio más de 40 veces el PBI) permite una implementación de la política monetaria dirigida a mantener la estabilidad de precios. Específicamente, un sistema de pagos eficiente constituye un canal efectivo para el manejo monetario del banco central para las transacciones económicas entre los diversos agentes.

10/ Bernanke y Blinder (1992) determinan que la tasa de interés de los *Federal funds* es un buen indicador de las acciones de la política monetaria para la economía estadounidense y es sumamente informativa acerca del movimiento futuro de las variables macroeconómicas reales y monetarias.

tendencia decreciente (como se comprobará en el análisis empírico). Por otro lado, en la segunda quincena la tasa de interés interbancaria empieza a subir y se pega al límite superior que está dado por la tasa de redescuentos. Esto sucede tanto por el término del período de cómputo de encaje de esta quincena como por la recaudación tributaria que se efectúa a partir del décimo día útil de cada mes, con lo cual las cuentas de los bancos son cargadas a favor del Banco de la Nación que al final retira fondos del sistema.

El gráfico siguiente muestra el comportamiento mensual de la tasa de interés interbancaria, en el cual se ha considerado el promedio de cada día útil para los quince meses correspondientes al período muestral (enero 1996 - marzo 1997).

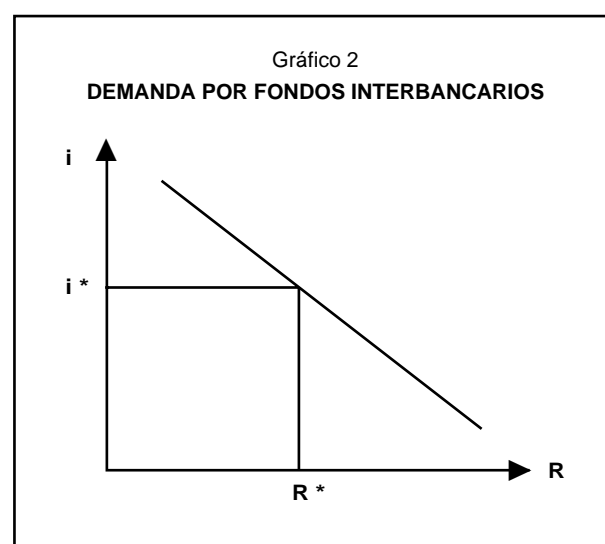


Variables que determinan la tasa de interés interbancaria

A continuación se presenta un modelo simple que describe el comportamiento del mercado interbancario, y además permite determinar las variables a ser consideradas en el análisis empírico. En este modelo la tasa de interés interbancaria está determinada por la interacción de la oferta y la demanda de fondos interbancarios.

La demanda agregada por fondos de los bancos se deriva de la demanda del público mediante cheques y efec-

tivo por sus depósitos, los requerimientos de liquidez que fluctúan durante el mes por el período de pago de impuestos (el cual está concentrado en un período de cinco días luego del décimo día útil de cada mes) y los requerimientos promedio de encaje mínimo legal sobre los depósitos. En términos generales asumiendo constantes los factores que la determinan, la demanda por fondos interbancarios puede representarse como una función de demanda típica, es decir, de pendiente negativa. La relación se daría de la siguiente manera: una disminución en la tasa de interés interbancaria provocada por un exceso de recursos en el mercado haría que los fondos interbancarios sean más baratos. De esta manera, la cantidad demandada por los mismos aumentaría hasta equilibrar el mercado, ya que sería más atractivo obtener fondos en este mercado.



Por el lado de la oferta la figura es un tanto más complicada ya que el Banco Central puede intervenir en la determinación del *stock* total de reservas disponibles por el sistema bancario mediante la “ventanilla” de redescuentos, compras de moneda extranjera y por los movimientos en el saldo de los certificados del BCRP. Los dos primeros instrumentos agregan fondos a los ya mantenidos por el sistema, mientras que cambios en el saldo de certificados pueden agregar o disminuir los fondos del sistema. De los dos instrumentos que agregan fondos al sistema sólo los redescuentos pueden proveer de un monto considerable en el día a día, ya que por compras de moneda extranjera no es habitual

inyectar al sistema más de US\$ 10 millones diarios, pues lo que busca el Banco Central mediante este instrumento es evitar movimientos bruscos en el tipo de cambio.

La ventanilla de redescuentos es un instrumento de última instancia, es decir, el Banco Central sólo interviene una vez que los bancos son incapaces de cubrir sus requerimientos de fondos a través del mercado interbancario. El Banco Central mantiene entonces una estrategia de intervención sobre el stock de reservas permitiendo que la tasa de interés interbancaria fluctúe libremente, es decir, cambios en la demanda y oferta de reservas afectan directamente a la tasa.

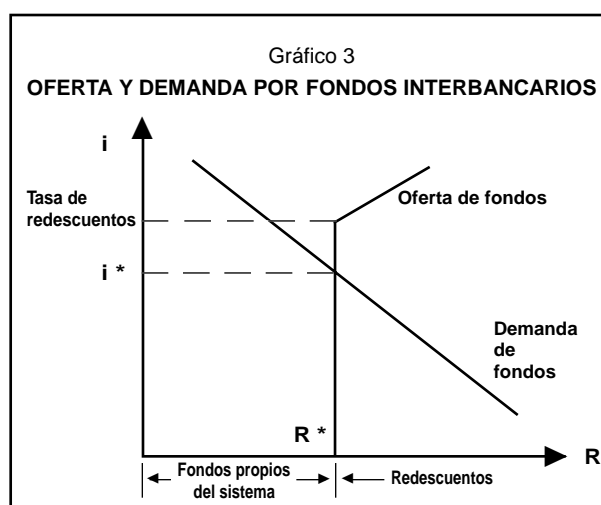
Asimismo, cabe señalar que el sistema bancario tendrá mayor liquidez con un aumento en los gastos del sector público. De esta forma una disminución en los depósitos del sector público indicaría mayores gastos por parte del gobierno. Es así, que es necesario incorporar en la estimación variables que reflejen los movimientos del sector público.

El monto de los fondos interbancarios prestables dependerá de las decisiones de los bancos comerciales, quienes en todo momento buscan rentabilizar los recursos con los que cuentan. El saldo de las cuentas corrientes en el Banco Central dependerá entonces de las opciones alternativas de inversión para los bancos como son otorgar créditos, invertir en títulos valores de renta fija o variable, comprar moneda extranjera o colocar préstamos interbancarios.

Sin embargo, las colocaciones de crédito son a plazos mayores y necesitan un mayor monitoreo el cual resulta costoso, hay escasez de títulos valores en el mercado peruano, con lo cual el mercado interbancario aparece como una manera alternativa de invertir recursos excedentes. También cabe la posibilidad de que ante expectativas de devaluación las tesorerías de los bancos destinen sus fondos excedentes a la compra de moneda extranjera.

Entre las ventajas del mercado interbancario como una opción de inversión se encuentran el hecho de que este mercado es muy líquido como también que las operaciones involucran montos altos. Frente a ingresos de recursos no esperados, el mercado interbancario se muestra para los bancos como la mejor opción de inversión ya que de esta manera se colocan fondos por corto tiempo rentabilizando el exceso temporal de liquidez, el cual de otra forma no sería remunerado. Por otro lado, los prestatarios también se benefician puesto que pueden financiar sus carencias de liquidez a tasas menores que la de la ventanilla de descuentos.

En el gráfico 2 se considera la intervención del Banco Central vía redescuentos como un mecanismo de última instancia y se muestra la relación entre la provisión de reservas y la tasa de interés interbancaria. La oferta de fondos tiene un segmento vertical y otro no vertical, puesto que las reservas con que disponen los bancos pueden provenir del propio sistema o ser inyectados mediante la intervención del Banco Central. La distancia entre el tramo vertical de la oferta de reservas y el eje vertical está determinada por el saldo de reservas propias del sistema, la oferta se mantiene vertical hasta el punto en el cual la tasa interbancaria iguale a la tasa de redescuentos ^{11/}, ya que por encima de este punto los bancos que requieran liquidez verán más conveniente pedir redescuentos en lugar de préstamos interbancarios.



11/ La tasa de redescuento relevante es la tasa de préstamos sin garantía de CDBCRP (la otra tasa es con garantía de CDBCRP). En setiembre de 1997 se unificaron las tasas de redescuento.

La oferta de reservas no pasa, sin embargo, a ser completamente horizontal por encima de la tasa de redescuentos (como se esperaría) ya que puede darse el caso que un banco recurra a los préstamos interbancarios aún cuando éstos sean más caros que los redescuentos. Una razón puede ser que los bancos se encuentren cerca al límite máximo de días en los que se permite pedir redescuentos, de ser el caso los bancos pasarían a ser considerados riesgosos y supervisados por posibles problemas de solvencia. La intervención del Banco Central permite entonces suavizar las fluctuaciones de la tasa de interés interbancaria por sobre la tasa de redescuentos.

II. Metodología

En el presente trabajo se utilizará un modelo de series de tiempo para describir el comportamiento y los determinantes de la tasa de interés interbancaria, así como también para probar la existencia de la prima por riesgo que exigiría un agente racional (banco) al invertir en este mercado.

El hecho que una serie presente heterocedasticidad obliga a modelar la varianza de la serie simultáneamente con la media. Los modelos más usados que permiten tomar en cuenta estas consideraciones son los de la familia ARCH (autoregressive conditionally heteroskedastic) introducidos por Engle (1982). Asimismo, la existencia de una prima por riesgo hace que la varianza condicional de la serie no sea constante en el tiempo, y que cambios en ella se reflejen sobre la media de la serie.

Entre las principales ventajas de modelar la varianza de una serie se encuentran:

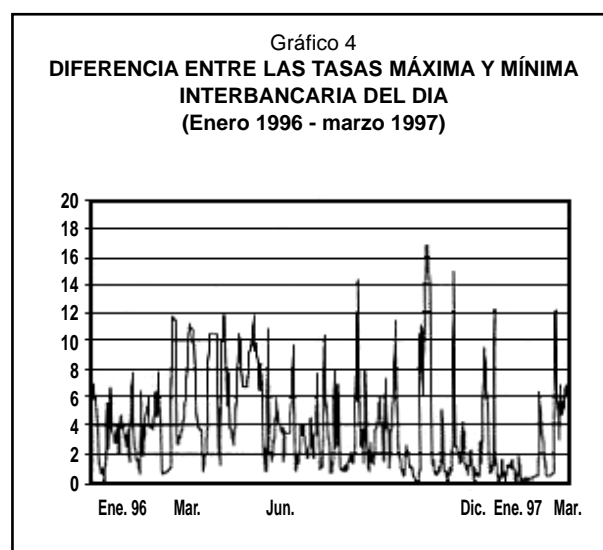
- Modelar la varianza permite conocer las variables que la determinan y el riesgo que implicaría invertir en este mercado.
- Los intervalos de confianza para la predicción pueden variar en el tiempo, con lo cual se gana exactitud en los intervalos modelando la varianza de los errores.
- Se mejora la eficiencia de los estimadores si se maneja apropiadamente el problema de la heterocedasticidad.

Justificación de la existencia de la prima por riesgo

Teniendo en cuenta que colocando préstamos interbancarios los bancos buscan rentabilizar los excesos de liquidez, y a la vez considerando que el mercado es muy volátil, en el modelo se asume que los inversionistas exigen una prima por invertir en este mercado. Adicionalmente, los bancos deben considerar el riesgo implícito del no cumplimiento de los requerimientos de encaje mínimos exigidos, es decir, el tesorero de cada banco incorporará en la tasa que cobra el riesgo de quedarse corto al prestar en vez de acumular numerales y tener luego que financiarse a una tasa mayor a la que cobró al colocar los fondos.

Es importante señalar que en la primera quincena la variabilidad de la tasa (cambio de un día para otro) es mayor que en la segunda, por lo tanto se espera que en este período sea más probable la existencia de la prima por riesgo. Para cuantificar las variabilidades en ambas quincenas se procedió a promediar los valores de cada día útil correspondiente al período utilizado en el análisis, obteniéndose una variabilidad de 17 por ciento para los primeros quince días y de 1 por ciento para los restantes.

Una manera alternativa de medir la variabilidad de la tasa de interés interbancaria es considerar la diferencia de los valores máximos y mínimos de la tasa durante el día. Al respecto se realizó este cálculo para el período muestral (ver gráfico siguiente).



Para justificar la mayor variabilidad de la tasa en la primera quincena se procedió a calcular por separado el promedio de las diferencias de las observaciones tanto de la primera cuanto de la segunda quincena del mes. Para la primera quincena se obtuvo un diferencial promedio intradiario de 4,32 por ciento, mientras que para la segunda quincena fue de 3,62 por ciento. De estos resultados, se presume que en la primera quincena es más probable la existencia de una prima por riesgo.

Modelos tipo ARCH

Un modelo de este tipo incluye dos ecuaciones: una que explica el comportamiento de la media y otra el de la varianza. Asimismo, la varianza condicional del error de predicción en el tiempo t está en función: del tiempo, de un sistema de parámetros, de variables exógenas y endógenas rezagadas y de errores pasados de predicción.

Si se incluyen términos autorregresivos y exógenos en la segunda ecuación, el modelo es de tipo GARCH (1,1), mientras que si además en la ecuación de la media se incluye la varianza se trata de un modelo ARCH-M. Esta última forma es muy atractiva en las finanzas ya que es natural suponer que el retorno esperado de un activo sea proporcional al riesgo esperado del mismo. Las ecuaciones (1) y (2) representan los modelos GARCH y las (3) y (4) los modelos ARCH-M.

$$y_t = kX_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\delta_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \delta_{t-1}^2 \quad (2)$$

$$y_t = X_t + \lambda \delta_t^2 + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\delta_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \delta_{t-1}^2 \quad (4)$$

En los modelos presentados, la varianza condicional depende de tres factores: una constante, el error de predicción del período anterior (término ARCH) y de la predicción pasada de la varianza (término GARCH). Por su parte, la media depende de un conjunto de factores exógenos representados por la matriz X y por la prima por riesgo (término $\lambda \delta_t^2$).

Muchos investigadores han aplicado la metodología ARCH obteniendo buenos resultados, sobretudo al analizar el mercado de precios de activos, por ejemplo, Engle y Bollerslev (1986) usaron un GARCH (1,1) para modelar la prima por riesgo en el mercado cambiario y Bollerslev, Engle, y Wooldridge (1988) extendieron el GARCH (1,1) para un contexto multivariado en el cual testearon un condicional CAPM con covarianzas de los retornos de los activos variables en el tiempo.

Los modelos GARCH son estimados por máxima verosimilitud, asumiendo que los errores tienen una distribución condicional normal. Este es un supuesto más débil con relación a que los errores estén normalmente distribuidos, pero esta última normalidad no sería consistente con las colas de las distribuciones, las cuales son muy anchas para este tipo de data. Inclusive si el supuesto de normalidad condicional es inválido, el estimador puede obtener buenos resultados. Adicionalmente, dado que la varianza aparece en una forma no lineal, la función de máxima verosimilitud debe ser estimada usando algoritmos iterativos.

Estos modelos permiten mejorar las proyecciones. Sin embargo, la simple estructura de los mismos imponen ciertas limitaciones. Por ejemplo, algunos investigadores comenzando por Black (1976) han encontrado evidencia de que los retornos de los activos están negativamente correlacionados con cambios en los retornos de la volatilidad, es decir, la volatilidad tiende a aumentar ante respuestas de “malas noticias” (el retorno en exceso es menor que el esperado) y a caer en respuesta a las “buenas noticias” (el retorno en exceso es mayor que el esperado). Además, presentan otras limitaciones relacionadas con la dificultad de la estimación y de la interpretación de la persistencia de los shocks en la varianza condicional. A continuación se explican las limitaciones de estos modelos:

- a) Consideran que los shocks que afectan a la varianza de la serie son simétricos, es decir, es sólo el tamaño y no el signo de los residuos rezagados lo que determina la varianza condicional. Esto implica que la volatilidad, ante un shock, puede aumentar o disminuir con la misma probabilidad.

- b) Suponen la imposición de restricciones de no negatividad en los parámetros estimados para asegurar que la δ_t^2 sea siempre positiva. Esto crea dificultades en la estimación de los modelos.
- c) La persistencia de la varianza no puede ser interpretada adecuadamente, dado que los momentos condicionales del modelo GARCH (1,1) pueden divergir aun cuando el proceso sea estrictamente estacionario.

Ante estas limitaciones es preferible usar el modelo EGARCH, desarrollado por Nelson (1991). Este modelo utiliza una especificación logarítmica para asegurar la no negatividad de la varianza independientemente del valor de los parámetros estimados. El impacto de los residuos más recientes es ahora exponencial en vez de ser cuadráticos como ocurre en los modelos anteriores.

$$y_t = X_t + \lambda \delta_t^2 + e_t \quad (5)$$

$$\text{Ln}(\delta_t^2) = \omega + \alpha \left| \varepsilon_{t-1} / \delta_{t-1} \right| + \beta \text{Ln}(\delta_{t-1}^2) + \gamma \varepsilon_{t-1} / \delta_{t-1} \quad (6)$$

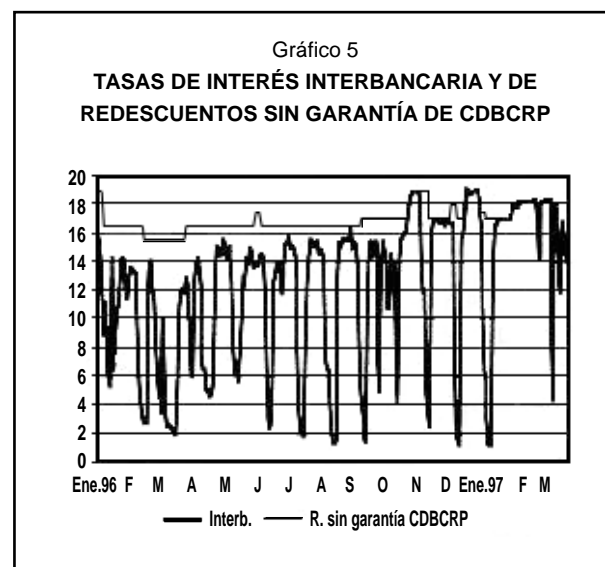
En la ecuación el término γ indica la existencia de simetría en los shocks que afectan a la varianza de la serie. Si el término $\gamma = 0$ entonces los shocks son simétricos, caso contrario, los shocks son asimétricos. De esta manera si $\gamma > 0$, los shocks positivos a la varianza tendrán un impacto mayor ($\alpha + \gamma$) que los negativos ($\alpha - \gamma$). En caso contrario los shocks negativos tendrían un mayor impacto. Por su parte, el parámetro β mide la persistencia de los shocks sobre la varianza, es decir, ver si el shock pasado tiene un efecto transitorio o permanente en la varianza. Cuanto más cercano a uno se encuentre este parámetro entonces más prolongado será el shock pasado sobre la varianza. El parámetro α mide el impacto en magnitud de shocks de información pasados, el cual combinado con γ nos muestra la sensibilidad de la varianza ante shocks positivos o negativos.

Es importante señalar que en este tipo de modelos es factible incorporar en la ecuación de la varianza variables predeterminadas, asimismo se puede incorporar la varianza condicional de cada una de las variables para medir el efecto de la variabilidad de cada variable en la varianza del modelo.

Variables para el análisis

En la presente investigación se han considerado variables de frecuencia diaria (sólo se consideran los días útiles) correspondientes al período entre enero de 1996 y marzo de 1997 (período que mantiene la misma normatividad respecto al encaje). Se utiliza data diaria ya que se trata de modelar la evolución y la variabilidad de la tasa que sigue un patrón mensual, además porque esta tasa es la que se cobra por préstamos interbancarios a un día (*overnight*) ^{12/}.

En el gráfico siguiente se presenta la tasa interbancaria y la de redescuentos para el período de análisis, el cual culmina en la fecha donde el período de computo para el encaje pasó de quincenal a mensual.



Como se mencionó en el modelo simple de determinación de la tasa de interés interbancaria, es la interacción

12/ La tasa de interés interbancaria se calcula mediante un promedio ponderado de los préstamos otorgados en el día expresada en términos anuales.

de la oferta y demanda de fondos la que determina el nivel de la tasa. En este sentido, es necesario identificar cuáles son los factores que pueden afectar tanto a la oferta cuanto a la demanda sin dejar de lado algunos factores institucionales que pueden interactuar entre una y otra.

Dentro de las variables de oferta hay que diferenciar entre las que se derivan de la operatividad propia del Banco Central con la finalidad de cumplir su objetivo inflacionario y las variables exógenas. Dentro de las primeras destacan las compras o ventas de moneda extranjera, la colocación neta de certificados de depósito y los redescuentos. Entre las variables de segundo tipo figuran los gastos del sector público ya que es una fuente de provisión de fondos, considerándose a la variable depósitos del sector público (separando los depósitos del Banco de la Nación de los del Tesoro) para reflejar que los mayores gastos del sector público se reflejarían en menores depósitos. Asimismo, se considera dentro de las variables exógenas a la demanda por circulante ya que afecta la oferta de fondos propios del sistema. Cuando la demanda por circulante aumenta los bancos cuentan con menores fondos disponibles para ser encajados con lo que haría aumentar la tasa de interés interbancaria.

Las variables de demanda pueden ser institucionales como el período de pago de impuestos, el mismo que se presenta en la segunda quincena del mes. La demanda por este concepto se recoge en el canje de cheques a favor del Banco de la Nación. El pago de impuestos y el cómputo del encaje en la segunda quincena hacen que la liquidez en el sistema sea escasa durante este lapso, aumentando con ello la tasa de interés interbancaria (la que se pega a la tasa de redescuentos). La escasez de liquidez de la segunda quincena se recoge mediante el uso de una variable dummy (DUMS). Por otro lado, las expectativas de los agentes sobre el futuro de la tasa interbancaria también influyen sobre la tasa corriente ya que si se espera un aumento de la misma los bancos que necesiten fondos demandarán interbancarios hoy haciendo así que se cumpla lo que

esperaban, las expectativas de los agentes se capturan con el cambio de la tasa interbancaria de un día a otro (DINT).

Las variables a considerar para el análisis empírico son las siguientes:

CHEQ	= Canje de cheques del Banco de la Nación.
CIRC	= Saldo del circulante.
DNBCR	= Depósitos del Banco de la Nación en el BCRP.
DTBCR	= Depósitos del Tesoro en el BCRP.
DINT	= Diferencia entre la tasa interbancaria corriente y la del período anterior ($DINT_t = INT_t - INT_{t-1}$)
DUMS	= Dummy correspondiente a la segunda quincena de cada mes.
DLTC	= Diferencia del logaritmo del tipo de cambio.
INET	= Saldo inicial neto del sistema bancario ^{13/} .
REDES	= Tasa de interés de redescuentos sin garantía de CDBCRP
SPRO	= Tasa de superávit de encaje promedio.

III. Análisis de los resultados

En esta sección se modela la tasa de interés interbancaria comparando los resultados entre mínimos cuadrados ordinarios y un modelo tipo EGARCH.

Al correr una regresión por mínimos cuadrados ordinarios para la media de la tasa de interés interbancaria, se obtuvo el siguiente mejor modelo (sin considerar a la varianza como variable explicativa):

$$INT_t = a_1 + a_2 INET_{t-1} + a_3 REDES_t + a_4 CHEQ_t + a_5 DNBCR_{t-1} + a_6 DTBCR_{t-1} + a_7 DUMS_t + a_8 DINT_{t-1}$$

13/ Definido como: (cuenta corriente + canje + redención neta de CDBCRP - redescuentos). Muestra el monto en cuenta corriente de los bancos al iniciar el día.

Coefficiente	T-estadístico
$a_1 = -13,77067$	-3,08
$a_2 = -0,020691$	-12,26
$a_3 = 1,553505$	5,73
$a_4 = 0,011878$	2,90
$a_5 = 0,003450$	2,49
$a_6 = 0,005207$	2,69
$a_7 = 1,277785$	3,14
$a_8 = 0,521922$	7,88
$R^2 = 0,625215$	D.W.= 1,044879

Los coeficientes estimados registran los signos esperados y son estadísticamente significativos. Según el modelo anterior la tasa de interés interbancaria se explica por variables: de oferta ($INET_{t-1}$, $DNBCR_{t-1}$, $DTBCR_{t-1}$), de demanda ($CHEQ$, $DUMS$) y de las expectativas de la tasa de interés interbancaria ($DINT_{t-1}$). Se puede apreciar que un menor saldo inicial neto haría aumentar la tasa interbancaria puesto que reflejaría una escasez de fondos; un aumento en los depósitos tanto del Banco de la Nación cuanto del Tesoro en el BCRP implicarían menor liquidez en el sistema explicando, principalmente, por la recaudación de impuestos y menor gasto de gobierno, lo que llevaría a un aumento de la tasa de interés interbancaria. Por el lado de demanda un aumento en el canje de cheques en favor de Nación reduce la cuenta corriente de las empresas bancarias en el BCRP con lo cual aumenta la tasa de interés interbancaria; por otro lado la dummy de la segunda quincena recoge el efecto de la menor liquidez del período por el pago de impuestos y el cierre del cómputo de encaje. Las expectativas de un aumento de la tasa interbancaria generarían una mayor demanda de fondos presionando al aumento de la tasa interbancaria.

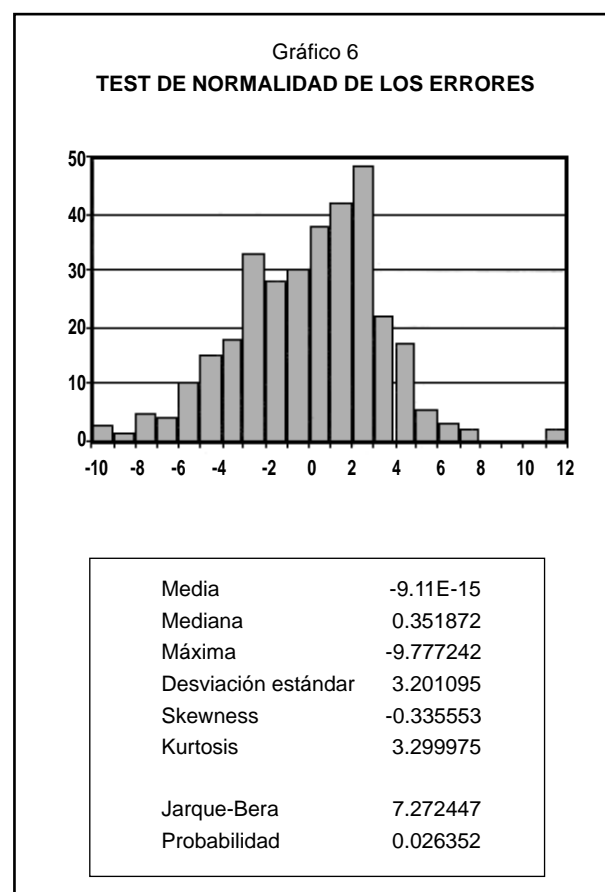
Por lo tanto, a mayores depósitos del Banco de la Nación y Tesoro en el BCRP, menor será el saldo inicial neto del sistema bancario, a mayores canjes de cheques a favor del Banco de la Nación sumado al efecto del período de pago de impuestos, mayor el nivel de la tasa de interés interbancaria.

El R^2 está en un nivel aceptable, sin embargo, el D.W. tiene un valor lejano a 2, lo cual indica un posible problema de autocorrelación en los errores. La

autocorrelación en la serie puede explicarse por la omisión de alguna variable, por un error de especificación, o por un problema de heterocedasticidad. El problema de heterocedasticidad implicaría un problema de autocorrelación si la varianza de la serie afecta a la media de la misma. Esto se soluciona usando los modelos EGARCH.

A continuación se realizan pruebas para analizar el comportamiento de los errores. El primero de ellos es el test de raíz unitaria, utilizando para ello el test de Dickey Fuller aumentado con dos rezagos obteniéndose un $F = -7,696505$, con lo cual se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, es decir, los errores son estacionarios por lo tanto no se incurre en el problema de regresión espúrea.

Para analizar la normalidad de los errores se utiliza el test de Jarque-Bera, con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula de no normalidad de los errores.



La existencia de heterocedasticidad en la varianza de los errores se prueba utilizando el test Arch con dos rezagos, con el que se obtiene un $F = 25,10454$ (se acepta la hipótesis nula), es decir, hay evidencia de heterocedasticidad. Este hecho justifica modelar no sólo la media sino también la varianza de la tasa de interés interbancaria, lo que se hará mediante un modelo EGARH. Los resultados se presentan a continuación:

$$\begin{aligned} \text{INT}_t &= a_1 \text{REDES}_t + a_2 \text{INET}_{t-1} + a_3 \text{CHEQ}_t + a_4 \\ &\text{DNBCR}_{t-1} + a_5 \text{DTBCR}_{t-1} + \lambda \delta^2_t + \epsilon_t \\ \text{Ln}(\delta^2_t) &= a_6 + \alpha |\epsilon_{t-1} / \delta_{t-1}| + \beta \text{Ln}(\delta^2_{t-1}) + \gamma \epsilon_{t-1} / \delta_{t-1} \end{aligned}$$

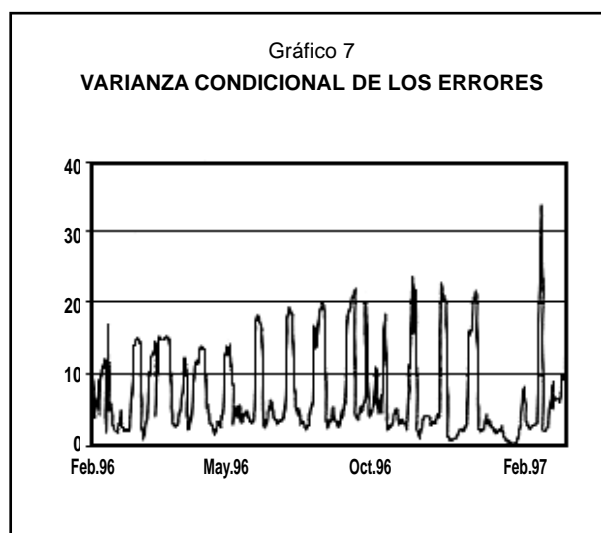
Coefficiente	T-estadístico
$a_1 = 0,848609$	58,59
$a_2 = -0,002768$	-2,85
$a_3 = 0,004605$	2,08
$a_4 = 0,006650$	9,44
$a_5 = 0,007984$	9,26
$a_6 = 0,514065$	6,23
$\lambda = -0,633602$	-11,00
$\alpha = -0,216747$	-6,99
$\beta = 0,765105$	16,84
$\gamma = -0,607292$	-13,90
$R^2 = 0,749377$	D.W. = 1,930355

En el presente modelo se puede apreciar que los regresores tanto de la media como de la varianza presentan los signos esperados y los T- estadísticos son significativos. Es importante resaltar la importancia de incorporar la varianza (δ^2_t) en la ecuación de la media ya que es significativa, es decir, explica la evolución de la tasa de interés interbancaria. A pesar de la significancia del parámetro λ el supuesto de la prima por riesgo no se cumple cuando se considera el período mensual ya que el signo es negativo. Este resultado es consistente con el comportamiento de la tasa en el mes puesto que por la marcada estacionalidad, en la primera quincena la tasa presenta mayor variabilidad y al tener una tendencia decreciente a lo largo del período la

media del período será menor. Mientras que en la segunda quincena la media de la tasa es mayor dado que esta aumenta rápidamente. Como se verá más adelante, el supuesto de la existencia de prima por riesgo es relevante sólo para la primera quincena.

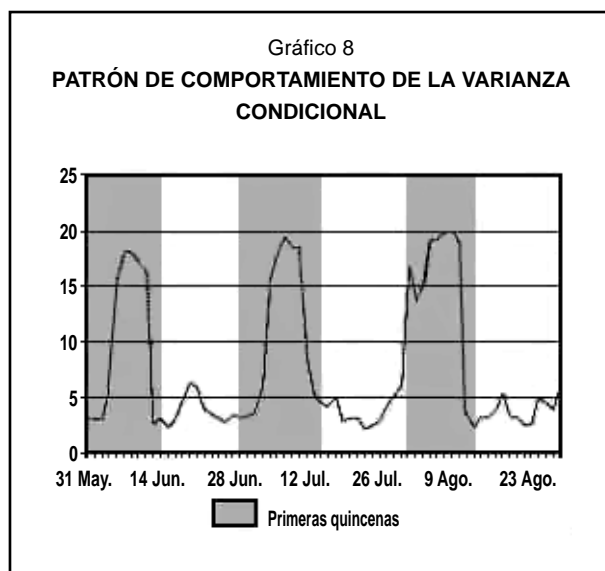
Es importante señalar que en este modelo el R^2 presenta un mejor ajuste con relación al modelo anterior. Asimismo, con estos resultados se puede modelar la varianza de la tasa de interés interbancaria solucionando de esta manera el problema de heterocedasticidad. Analizando la ecuación de la varianza con mayor detalle se puede apreciar que los shocks son asimétricos ($\gamma \neq 0$). Esto es los shocks negativos a la varianza tienen mayor efecto que los positivos ya que $\gamma < 0$, es decir, las “malas noticias” tendrían un mayor efecto que las “buenas noticias”^{14/}. De otro lado, la persistencia en la varianza es alta ($\beta = 0,765105$), es decir, shocks pasados ejercen alta influencia sobre la varianza corriente de manera permanente.

Dado los resultados anteriores y teniendo en cuenta el buen ajuste del modelo, la varianza presenta un patrón de comportamiento el cual puede ser remodelado. A continuación en el gráfico adjunto se presenta este indicador:



14/ Una mala noticia se entiende por aquella que afecta negativamente al mercado, es decir, generaría presiones al alza en la tasa de interés interbancaria. Una buena noticia implicaría lo contrario. A manera de ejemplo, la mayor incertidumbre en las economías asiáticas (mala noticia) generaría mayores expectativas de devaluación afectando en mayor medida a la media de la tasa de interés interbancaria, por el contrario una mejor performance de las cuentas externas (buena noticia) podría tener un efecto en la tasa pero de menor magnitud.

Como se mencionó anteriormente existen comportamientos diferenciados entre la variabilidad de la primera y de la segunda quincena. En el siguiente gráfico se acorta el período muestral a tres meses con la finalidad de apreciar mejor cómo al modelar la varianza condicional la variabilidad de la tasa de interés interbancaria es mayor en la primera quincena (región sombreada) que en la segunda. Este resultado es lógico ya que en la segunda quincena el existir un faltante de liquidez la tasa de interés interbancaria tiende a “pegarse” rápidamente al límite superior que es la tasa de redescuentos durante gran parte de la quincena, reduciendo así su variabilidad.



Una vez determinada la varianza condicional considerando las observaciones de todos los meses y además teniendo en cuenta que en la primera quincena existe un exceso de liquidez se intentó explicar el comportamiento de los agentes económicos sólo en esta quincena. En este sentido, lo que se busca es probar si los agentes (bancos) actúan racionalmente ante la mayor variabilidad de la tasa, es decir, si exigen una prima por asumir riesgo al prestar sus fondos interbancarios en un mercado tan volátil (en la primera quincena). Para lograr este objetivo se trabajó con una data recortada tomando solamente las observaciones de las primeras quincenas de cada mes.

El mejor modelo para explicar la media y la varianza de la primera quincena es el siguiente:

$$INT_t = a_1 + a_2 INET_t + a_3 SPRO_t + a_4 DLTC_t + \lambda \delta_t^2 + \epsilon_t$$

$$\ln(\delta_t^2) = a_5 + \alpha \left| \epsilon_{t-1} / \delta_{t-1} \right| + \beta \ln(\delta_{t-1}^2) + \gamma \epsilon_{t-1} / \delta_{t-1} + a_6 CIRC_t$$

Coefficiente	T-estadístico
$a_1 = 2,822962$	0,97
$a_2 = -0,012566$	-5,70
$a_3 = -2,845549$	-5,55
$a_4 = 2,022583$	3,68
$a_5 = -9,580628$	-2,27
$a_6 = 1,320912$	2,44
$\lambda = 1,927504$	3,03
$\alpha = -0,130606$	-2,36
$\beta = 0,546899$	6,43
$\gamma = 0,22774$	3,20
$R^2 = 0,839425$	D.W. = 1,755957

Entre los resultados interesantes en este modelo se observa, en primer lugar, que el supuesto de la prima por riesgo se cumple ($\lambda > 0$), es decir, los inversionistas son adversos al riesgo ya que exigen una prima por invertir en el mercado. Por otro lado, las variables incluidas en la media de la serie tienen el signo esperado, el superávit promedio (SPRO) afecta negativamente a la tasa ya que con un superávit promedio mayor implicaría que los bancos estarían acumulando numerales para cubrir sus requerimientos de encaje, con lo cual tienen mayor libertad para prestar sus fondos excedentes, lo que hace disminuir la tasa. Finalmente, el signo positivo de la devaluación (DLTC) se puede explicar ya que frente a expectativas de devaluación, comprar dólares se convierte en una alternativa temporal de inversión, con lo cual los recursos en soles de los bancos disminuirán aumentando así la tasa de interés interbancaria.

En cuanto a los regresores de la varianza se observa que los shocks son asimétricos ($\gamma \neq 0$), el grado de persistencia de los shocks pasados no es muy alto ($\beta = 0,546899$), además el R^2 es alto (0,839425), lo que nos indica un buen ajuste del modelo. Es importante apreciar que el circulante (CIRC) aparece como un regresor adicional en la varianza de la serie, esta variable tiene un efecto indirecto sobre la tasa de interés interbancaria ya que al afectar a la varianza y dado que ésta a su vez afecta a la media, se registra un efecto

positivo (2,5349). Este resultado se puede explicar ya que los bancos programan su demanda por fondos que pueden variar ante cambios en la demanda por circulante. En este sentido, un aumento en la demanda por circulante influye positivamente a la varianza y en consecuencia aumentaría el nivel de la tasa de interés interbancaria.

IV. Conclusiones

- a. Existe la necesidad de incorporar la varianza de la serie en la determinación de la tasa de interés interbancaria ya que cuando se trabaja con MCO se presentan evidencias de la existencia de heterocedasticidad. De esta manera es necesario utilizar modelos tipo ARCH en lugar de MCO para analizar el comportamiento de la tasa de interés interbancaria. El uso de modelos ARCH muestra que la varianza es un determinante de la tasa de interés interbancaria.
- b. En el análisis del mercado interbancario para el período enero 1996 a marzo 1997 se observó que el comportamiento de la tasa de interés interbancaria se explica por variables tanto de oferta como de demanda.
- c. Es factible modelar la varianza de la serie en función de errores y valores pasados, pues ésta sigue un marcado patrón de comportamiento. Al modelarla se observa con claridad la mayor variabilidad de la tasa durante la primera quincena.
- d. Los shocks afectan la varianza de la serie de manera asimétrica, es decir, los shocks negativos tienen mayor impacto que los positivos en la varianza de la serie y por ende en el nivel. Asimismo, los efectos de los shocks son persistentes.
- e. El supuesto de la prima por riesgo se cumple para el comportamiento de la tasa durante las primeras quincenas, a lo largo de la cual existen excedentes de liquidez de los bancos que deben ser rentabilizados.
- f. En la primera quincena el circulante afecta directamente a la varianza e indirectamente a la media de la tasa de interés interbancaria, ya que un aumento en la demanda por circulante disminuye los fondos disponibles de las empresas bancarias haciendo subir la tasa de interés interbancaria.
- g. El desarrollo de instrumentos que permitan a los bancos contar con nuevas alternativas para colocar y obtener fondos, permitirá aminorar la variabilidad de la tasa. De esta forma se esclarecerá la relación entre la tasa de interés interbancaria con la de agregados monetarios más amplios, contribuyendo así a identificar los mecanismos de transmisión de la política monetaria.

Bibliografía

- Bernanke B. y Blinder A.** “The Federal Funds Rate and the Channel of Monetary Transmission”. *The American Economic Review*, Setiembre 1992.
- Bennett P. y Hilton S.** “Falling Reserve Balances and the Federal Funds Rate”. *Current Issues in Economics and Finance*, Federal Reserve Bank of New York. Vol. 3, Num. 5, Abril 1997.
- Bringas P. y Tuesta V.** “El Superávit de Encaje y los Mecanismos de Transmisión de la Política Monetaria: una aproximación”. *Estudios Económicos del Banco Central de Reserva del Perú*, Octubre 1997.
- Cabrero A., Escrivá J. y Ortega E.** “Monetary Policy execution in Spain: Key Features and Assesment”. Editorial
- Campbell J.** “Money Announcements, The Demand for Bank Reserves, and The Behavior of the Federal Funds Rate within the Statement Week”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 19, No. 1, Febrero 1987.
- Cook T. y La Roche R.** “The Money Market”, *Instruments of the Money Market*, Federal Reserve Bank of Richmond, sétima edición, mayo 1994.
- De Santis G. y Imrohorglu S.** “Stock Returns and Volatility in Emerging Financial Markets”, *Journal of International Money and Finance*, Vol. 16, No. 4, 1997.
- Dyl E., Wyoming L. y Hoffmeister R.** “Efficiency and Volatility in The Federal Funds Market”, *Journal of Bank Research*, invierno de 1985.
- Feinman J.** “Estimating the Open Market Desk’s Daily Reaction Function”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 25, No. 2, Mayo 1993.
- Farcic M.** “Determinantes de la Demanda por Fondos de Encaje”, Mimeo, Setiembre 1997, BCRP.
- Goodfriend M. y Whelpley W.** “Federal Funds”. *Instruments of the Money Market*. Federal Reserve Bank of Richmond, sétima edición, mayo 1994.
- Hamilton J.** “Measuring the Liquidity Effect”, *The American Economic Review*, Vol. 87, No.1, Marzo 1997.
- Hamilton J.** “Time Series Analysis” Princeton University Press, 1994.
- Hamilton J.** “The Daily Market for Federal Funds”, *Journal of Political Economy*, vol. 104, No.1, 1996.
- Lasser D.** “The Effect of Contemporaneous Reserve Accounting on the Market for Federal Funds” *Journal of Banking and Finance* 16, Febrero 1992.
- Lumpkin S.** “Repurchase and Reverse Repurchase Agreements”, *Instruments of the Money Market*, Federal Reserve Bank of Richmond, sétima edición, mayo 1994.
- Mengle D.** “The Discount Window”, *Instruments of the Money Market*, Federal Reserve Bank of Richmond, sétima edición, mayo 1994.
- Mevlendyke A.** “U.S. Monetary Policy and Financial Markets” Federal Reserve Bank of New York, Diciembre 1989.
- Nelson D.** “Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A new Approach”, *Econométrica*, Vol. 59, No. 2, Marzo 1991.
- Sheppard D.** “Payment Systems” Handbooks in Central Banking” No. 8, Mayo 1996.
- Vogt M. y Hanna R.** “Variations of the Federal Funds Rate and Bank Reserve Management”, *Journal of Bank Reserve*, otoño 1984.